



А.С. Гришин

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЁРА МЕТОДОМ ОКРЕСТНОСТЕЙ

(Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет))

Задача коммивояжера заключается в поиске самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу и возвращению в исходный город. В условиях задачи указываются критерий выгодности маршрута (кратчайший, самый дешёвый, совокупный критерий и тому подобное) и соответствующие матрицы расстояний, стоимости и тому подобного.

Ранним вариантом задачи может рассматриваться «Икосаэдрическая игра» Уильяма Гамильтона 19 века, которая заключалась в том, чтобы найти маршруты на графе с 20 узлами. Первые упоминания в качестве математической задачи на оптимизацию принадлежат Карлу Менгеру, который сформулировал её на математическом коллоквиуме в 1930 году: «Мы называем проблемой посыльного задачу найти кратчайший путь между конечным множеством мест, расстояние между которыми известно.»

В данной работе мы рассматриваем решение задачи коммивояжера. Нами были проведены различные тесты на специально написанном симуляторе, по результатам которого мы и вычислили оптимальный маршрут.

Несмотря на простоту определения и сравнительно простое нахождение хороших решений данная задача отличается тем, что нахождение действительно оптимального пути достаточно сложно. Учитывая эти свойства, начиная со второй половины 20-го века, исследование задачи коммивояжера имеет больше теоретический смысл в качестве модели для разработки новых алгоритмов оптимизации.

Легко провести параллель между задачей коммивояжера и задачей маршрутизации в самоорганизующихся сенсорных сетях.

Задача коммивояжера относится к числу трансвычислительных: уже при относительно небольшом числе узлов (66 и более) она не может быть решена методом перебора вариантов никакими теоретически мыслимыми компьютерами за время, меньшее нескольких миллиардов лет.

Допустим, мы имеем сеть из M узлов (населенных пунктов), радиус связи (суточный переход) ограничен физическими возможностями, также нам всегда известны ближайшие соседи. Требуется найти кратчайший маршрут (минимальное число переходов) между двумя произвольно выбранными точками A и B , при условии, что множество односвязное.

Существуют различные способы решения этой проблемы:

- Полный перебор всех возможных маршрутов между начальной и конечной точками
- Алгоритм поиска в ширину



- Алгоритм A*(алгоритм, первого лучшего совпадения на графе)
- Двухнаправленный алгоритм поиска
- Метод окрестностей
- Прочие методы

Для сравнения трех протоколов маршрутизации мы использовали специальный симулятор. При помощи этого симулятора задавались произвольные конфигурации сенсоров и пустот. По результатам теста было видно преимущество метода окрестностей при маршрутизации в сенсорных сетях.

Метод заключается в том, что на основании простейшей информации в виде списка узлов и их ближайших соседей можно будет вычислять кратчайший маршрут.

Под N окрестностью узла мы будем понимать множество всех соседей – сенсоров расположенных на расстоянии N переходов. Так, ближайшие соседи организуют окрестность 1-го уровня, а соседи, расположенные на расстоянии 5 переходов, организуют окрестность 5-го уровня.

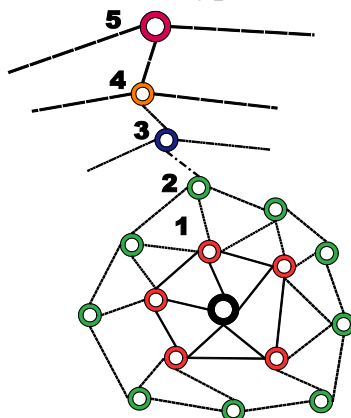


Рис. 1. Схема окрестностей различных уровней

Исходными данными для маршрутизации является список всех возможных узлов сети с указанием ближайших соседей. Эти данные легко собираются при широковебчательных запросах, получение их не требует дополнительного специального оборудование, что значительно упрощает устройство сенсоров.

Обозначим исходный узел за X , а узел назначения за Y . Для X построим множество непересекающихся окрестностей. В окрестность первого уровня $X_1^{i_1}$ войдут ближайшие соседи. В окрестность второго и последующего уровней $X_n^{i_n}$ войдут соседи узлов предыдущего уровня, за исключением тех, что встречались ранее.

На N -ом шаге в соответствующую окрестность $X_N^{i_N}$ попадет конечный узел Y , первый этап завершён. Итогом стало нахождение множества узлов, составляющих N окрестностей и число переходов от X к Y .

На втором этапе необходимо пройти процесс поиска окрестностей в обратном порядке, так как необходимо определиться с маршрутом, как списком промежуточных узлов, через которые будут передаваться данные.



Для узла Y построим пересечение его первой окрестности $Y_1^{i_1}$ с $N-1$ окрестностью $X_{N-1}^{i_{N-1}}$. В это множество входит, как минимум, один узел. Обозначим этот узел как

$$Y_1^X = Y_1^{i_1} \cap X_{N-1}^{i_{N-1}}$$

, для этого узла(ов) опять строим пересечение его первой окрестности с предыдущей окрестностью $X_{N-2}^{i_{N-2}}$ точки X . Прodelывая эту итерацию N раз, получим полный набор кратчайших маршрутов от X к Y с числом переходов N . Остается сравнить эти маршруты по эффективности доставки, сопоставляя соответствующие метрические функции динамической маршрутизации.

Для связанной конфигурации сенсоров, когда между любыми двумя узлами можно построить маршрут их соединяющий, метод окрестностей всегда позволит найти решение. Методом от противного легко показать, что маршрут, полученный при помощи метода окрестностей, является кратчайшим из всего набора возможных маршрутов.

Литература

1. Bose, P., Morin, P., Stojmenović, I., & Urrutia, J. (2001). Routing with guaranteed delivery in ad hoc wireless networks. *Wireless networks*, 7(6), 609-616.
2.] A.M. Sukhov, D.Yu. Chemodanov, The Neighborhoods Method and Routing in Sensor Networks, ICWiSe2013, Malaysia, Saravak, December 2013, pp. 7-12
3. Chen, Dazhi, and Pramod K. Varshney. "A survey of void handling techniques for geographic routing in wireless networks." *Communications Surveys & Tutorials*, IEEE 9.1 (2007): 50-67
4. Y. I., Park, C. S., Song, I. C., & Kim, M. H. (2009). An efficient void resolution method for geographic routing in wireless sensor networks. *Journal of Systems and Software*, 82(6), 963-973.
5. Newsome J. and Song D., Gem: Graph embedding for routing and data-centric storage in sensor networks without geographic information. In *SenSys'03*. ACM, 2003

Г.А. Иванова, А.В. Воробьев, Г.Р. Шакирова

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Погрешность чувствительных датчиков большинства современных магнитометрических систем во многом обусловлена наличием геомагнитных вариаций (ГМВ) различной природы происхождения. В настоящее время задача исследования и анализа параметров ГМВ, как правило, решается посредством се-